

10010911-5 09/910,73

PN - DD152883 A 19811209  
PD - 1981-12-09  
PR - DD19800223478 19800825  
OPD - 1980-08-25  
IN - WENZEL WOLF; KREISS WOLFRAM  
PA - WENZEL WOLF; KREISS WOLFRAM  
IC - H01L21/603 ; H01T15/00 ; B23P1/08

© WPI / DERWENT

TI - Lead wire ball formation system - uses arc discharge path coupled to pulse transformer with thyristor circuit across transformer primary

PR - DD19800223478 19800825  
PN - DD152883 A 19811209 DW198220 011pp  
PA - (ZFTM ) VEB ZFT MIKROELEKTRONIK FORSCH TECH  
IC - B23P1/08 ; H01L21/60 ; H01T15/00  
IN - KRAISS W; WENZEL W  
AB - DD-152883 The system uses a spark gap (23) between the lead wire and a counter-electrode (20). A pulse transformer (1) has its primary (2,3) coupled in series with a capacitor (7), a diode (8) and a thyristor (9) controlled by a pulse source (12). The anode of the diode (8) is coupled via a transistor collector/emitter path to the battery voltage (UB), the transistor base coupled to the cathode of the diode (8).  
- The transformer secondary (4,5) is coupled at one side via a diode (15) to a series circuit comprising a high-ohmic resistor (16), a variable resistor (17) and the spark gap (23). The secondary (4,5) has a tap-off terminal coupled via an opposing diode (21) to the variable resistor (17). The size of the balls formed along the lead wire is determined by adjusting the electrical parameters. The lead wire is used for automatic wiring of semiconductor chips. (1)

OPD - 1980-08-25  
AN - 1982-F6979E [20]



## Wirtschaftspatent

Erteilt gemäß § 5 Absatz 1 des Änderungsgesetzes zum Patentgesetz

ISSN 0433-6461

(11)

0152 883

Int.Cl.<sup>3</sup>

3(51) H 01 L 21/603

H 01 T 15/00

B 23 P 1/08

## MT FUER ERFINDUNGS- UND PATENTWESEN

In der vom Anmelder eingereichten Fassung veröffentlicht

1) WP H 01 L/ 223 478

(22) 25.08.80

(44) 09.12.81

- 1) VEB ZFT MIKROELEKTRONIK 8090 DRESDEN,;DD;
- 2) KRAISS, WOLFRAM;WENZEL, WOLF;DD;
- 3) siehe (72)
- 4) VEB ZFT MIKROELEKTRONIK, 8080 DRESDEN, KARL-MARX-STRASSE

## 4) ANORDNUNG ZUM ELEKTRISCHEN ANSCHMELZEN VON KUGELN AN ANSCHLUSSDRAEHTEN

(7)Die Erfindung betrifft eine Anordnung zum elektrischen Anschmelzen von Kugeln an Anschlussdraehten zur automatischen Herstellung von Drahtbruecken zwischen Halbleiterchips und Aussenanschluessen. Durch die Erfindung soll mit geringem Schaltungsaufwand eine hohe Kugelgroessenkonstanz und deren einfache Regelung im Bereich niedriger Spannungen erreicht werden. Gemaess der Aufgabe der Erfindung soll die Kugelgroesse durch Veraenderung elektrischer Parameter einstellbar sein und ein selbsttaetiger Ausgleich von Laengenaenderungen der Funkenstrecke erreicht werden. Die Erfindung ist dadurch gekennzeichnet,dass die Primaerwicklung eines Impulstransformators mit einer Reihenschaltung aus einem Kondensator, einer Diode und einem mit einem Impulsgeber verbundenen Thyristor verbunden ist und an der Anode der Diode eine Kollektor-Emitterstrecke eines Transistors angeschlossen ist,dass an einem Anschluss der Sekundaerwicklung eine Diode angekoppelt ist,die mit einer Reihenschaltung aus einem hochohmigen Widerstand,einem einstellbaren Widerstand und einer Funkenstrecke verbunden ist und dass eine Anzapfung der Sekundaerwicklung ueber eine weitere gleichsinnig geschaltete Diode mit dem einstellbaren Widerstand gekoppelt ist. - Figur -

-1- 223478

## Anordnung zum elektrischen Anschmelzen von Kugeln an Anschlußdrähten

### Anwendungsgebiet der Erfindung

Die Erfindung betrifft eine Anordnung zum elektrischen Anschmelzen von Kugeln an Anschlußdrähten, insbesondere an Golddrähten zur automatischen Herstellung von Drahtbrücken zwischen Halbleiterchips und Außenanschlüssen durch Thermokompressionsbonden.

### Charakteristik der bekannten technischen Lösungen

Zur Herstellung von Kugeln an Golddraht für das Thermokompressionsbonden hat sich allgemein das Abflammen des Drahtes mit Hilfe einer Wasserstoffflamme als einfachste Möglichkeit durchgesetzt. (JP-PS 50-32027)

Mit diesem Verfahren lassen sich verhältnismäßig sicher Kugeln definierter Größe bilden. Nachteilig und problematisch ist hierbei insbesondere die sichere Heranführung des gefährlichen Gases. Die relativ häufige Verstopfung der Düsen und die nicht mögliche Kontrolle der Kugelbildung machen dieses Verfahren für das automatische Drahtbonden ungeeignet. Hierfür sind Einrichtungen erforderlich, die als eine der Voraussetzungen zum automatischen Drahtbonden ein elektronisch gesteuertes Abfunken des Drahtes zur Kugelbildung ermöglichen.

Eine sicher funktionierende und reproduzierbar arbeitende Anordnung zum Kugelanschmelzen hilft den Ausschluß und die Nacharbeit bei der Herstellung der Drahtbrücken

erheblich zu senken.

Zum elektrischen Anschmelzen von Kugeln an Anschlußdrähten sind verschiedene Anordnungen bekannt geworden, die sich prinzipiell einteilen lassen in Anordnungen mit zwei Elektroden und in Anordnungen mit einer Elektrode, wobei als zweite Elektrode der Anschlußdraht verwendet wird.

Allgemein kann festgestellt werden, daß Anordnungen mit zwei Elektroden für das automatische Drahtbenden als weniger geeignet erscheinen. Die engen Platzverhältnisse im Bereich des Bondwerkzeuges lassen wenig Raum für zwei Elektroden, die unter Umständen während des Bondvorganges zur Seite geschwenkt werden müssen. Darüberhinaus erfordern die bei Zweielektrodenanordnungen benötigten höheren Energien und Spannungen einen Mehraufwand an Schaltungstechnik und Isolation, wobei sich Lageabweichungen des Drahtes teilweise erheblich auf die Kugelgröße auswirken können.

Eine andere bekannte Anordnung, wie sie beispielsweise in der DE-OS 26 21 138 beschrieben wird, verwendet eine Kohlelektrode, wobei der Draht als Gegenelektrode wirkt.

Das Anschmelzen der Kugeln erfolgt hierbei dadurch, daß die Kohlelektrode kurzzeitig an den Draht herangeführt wird und die Ladungsmenge eines Kondensators durch partielle Erhitzung des Drahtkopfes bis zum Schmelzpunkt die Ausbildung der Kugel bewirkt. Ungünstig ist hierbei, daß sich Kohlepartikel an der Kugel ablagern, die bei der eintretenden Funkenentladung aus der Elektrode herausgerissen werden. Durch diese Verunreinigungen können insbesondere Schaltkreise mit höherem Integrationsgrad verschlechterte Kennwerte und eine verringerte Lebensdauer erhalten. Darüberhinaus wird für die Elektrode ein Schwenkmechanismus erforderlich, der einen erheblichen Mehraufwand an mechanischen und elektrischen Baugruppen zur Folge hat.

Bei einer anderen Anordnung der Fa. Deubzer, mit der Typbezeichnung Algomat, wird eine abgeflachte Elektrode verwendet, die unter den als Gegenelektrode wirkenden Draht

geschwenkt wird. Durch diese Anordnung soll erreicht werden, daß bei einer Schräglage des Drahtes gleichmäßige Abstände zwischen Draht und Gegenelektrode garantiert werden. Dadurch sinkt jedoch die Feldstärke zwischen der Elektrode und dem Draht, was zur Folge hat, daß die Energiedichte im Lichtbogen gering ist. Diese Erscheinung muß durch geringe Elektrodenabstände kompensiert werden.

Die geringe Lichtbogenlänge erfordert einen Schwenkmechanismus, welcher die Elektrode beim Absenken des Bondwerkzeuges zur Seite schwenkt. Weiterhin bedingen die geringen Abstände zwischen Elektrode und Draht sehr genaue Abreißlängen des Drahtes, um schließlich eine konstante Kugelgröße zu erreichen.

Durch das senkrechte Austreten des Lichtbogens aus der Elektrode zur Drahtspitze entstehen Abtragungen und Verunreinigungen an der Spitze des Bondwerkzeuges, die zu einem vorzeitigen Verschleiß führen.

Die Erzeugung der notwendigen Funkenenergie erfolgt bei dieser Vorrichtung mittels zweier Impulstransformatoren, einer Ansteuer Elektronik für einen Steuerthyristor sowie eines Hilfsthystors zum Löschen des Steuerthyristors.

Die beiden Impulstransformatoren sind notwendig, um die Überwachung des Lichtbogens zu realisieren.

Nachteilig bei dieser Lösung ist der hohe schaltungstechnische Aufwand und die Tatsache, daß bei kleinen Kugeldurchmessern in der Größenordnung des zweifachen Drahtdurchmessers keine reproduzierbaren Kugelgrößen erreicht werden können, da mit der Betriebsspannung auch die Hochspannung verändert wird und damit auch die Sicherheit der Kugelbildung leidet.

Darüberhinaus läßt die relativ niedrige Frequenz, mit der die Funkenentladung erfolgt, ein Kugelanschmelzen bei sehr kleinen Bondzyklenzeiten, wie sie mit automatischen Bondeinrichtungen erreicht werden, nicht mit der nötigen Sicherheit zu.

### Ziel der Erfindung

Das Ziel der Erfindung besteht darin, eine für den Automatikbetrieb geeignete Anordnung zu schaffen, die es mit geringem schaltungstechnischem Aufwand ermöglicht, beim elektrischen Anschmelzen von Kugeln an Anschlußdrähten eine hohe Kugelgrößenkonstanz und deren einfache Regelung auch bei kurzen Bondzyklenzeiten im Bereich niedriger Spannung und Funkenenergie zu erreichen.

Die Sicherheit der Kugelbildung ist zu verbessern.

### Darlegung des Wesens der Erfindung

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, eine für den Automatikbetrieb geeignete Anordnung zum elektrischen Anschmelzen von Kugeln an Anschlußdrähten zu schaffen, mit der eine einfache Steuerung der Funkenenergie und damit der Größe der anzuschmelzenden Kugeln durch Veränderung elektrischer Parameter möglich ist und ein selbsttätiger Ausgleich unterschiedlicher Abstände zwischen Anschlußdraht und einer Gegenelektrode erfolgt.

Gemäß der Erfindung wird die Aufgabe dadurch gelöst, daß eine Primärwicklung eines Impulstransformators mit einer Reihenschaltung aus einem Kondensator, einer ersten Diode und einem mit einem Impulsgeber verbundenen Thyristor verbunden ist und an der Anode der ersten Diode eine Kollektor-Emitter-Strecke eines Transistors angeschlossen ist, der eine Verbindung zur Batteriespannung herstellt. Die Basis des Transistors ist mit der Katode der Diode verbunden.

An einem Anschluß der Sekundärwicklung des Impulstransformators ist eine zweite Diode angekoppelt, die mit einer Reihenschaltung aus einem hochohmigen Widerstand, einem einstellbaren Widerstand und einer Funkenstrecke verbunden ist. Eine Anzapfung der Sekundärwicklung ist über eine gleichsinnig zur zweiten Diode geschaltete Diode

mit dem einstellbaren Widerstand verbunden.

Der Kondensator wird in der Pause zwischen zwei Impulsen des Impulsgebers auf die Batteriespannung aufgeladen. Beim Zünden des Thyristors fließt über diesen ein Strom, da eine Verbindung zur Primärwicklung des Impulstransformators hergestellt wird. Damit liegt die Basis des Transistors auf Massepotential, so daß der Transistor sperrt und die Aufladung des Kondensators beendet wird.

Nach der Entladung des Kondensators sinkt die Spannung an der Anode des Thyristors unter die Haltespannung und der Thyristor wird gesperrt. Dadurch kann die Spannung an der Basis des Transistors wieder ansteigen und der nun leitend gewordene Transistor ermöglicht die Wiederaufladung des Kondensators.

Der Thyristor dient in Verbindung mit dem Impulsgeber zur Veränderung der Frequenz und damit der Regelung der Energiedichte zur Kugelgrößenregelung. Das hat jedoch keinen Einfluß auf die Sicherheit der Kugelbildung.

Zur Erzielung eines schnellen Aufbaues eines Plasmalichtbogens ist die Sekundärwicklung des Impulstransformators mit einer Anzapfung versehen, so daß zwei verschiedene Spannungspotentiale zur Verfügung stehen.

Die Wicklung mit dem hohen Spannungspotential hat die Aufgabe, auch auf größeren Entfernungen zwischen Anschlußdraht und Gegenelektrode einen Funkenüberschlag auszulösen und eine Ionisierung der Luftstrecke zu erreichen. Bedingt durch den in Reihe zu dieser Wicklung liegenden hochohmigen Widerstand erfolgt eine sofortige Strombegrenzung, so daß die Spannung auf einen niedrigen Wert begrenzt und wirkungslos wird. Durch die Ionisierung der Luftstrecke kann sich jetzt ein Plasmaschlauch ausbilden, welcher ausschließlich durch die Anzapfung der Sekundärwicklung mit dem niedrigeren Spannungspotential aufrechterhalten wird.

Der Vorteil ist darin zu sehen, daß die Enden der Anschlußdrähte relativ große Lageabweichungen und Entfernungen zur Gegenelektrode aufweisen können und kein Energieüberschuß die Kugel oder den Drahtschaft deformiert. Der einstellbare Widerstand dient zur stufenlosen Regelung der Kugelgröße. Durch die erfindungsgemäße Anordnung der Kugelgrößenregelung auf der Sekundärseite des Impulstransformators in Form einer veränderbaren Strombegrenzung für den Lichtbogen lassen sich besonders kleine Kugeln mit reproduzierbarer Größe herstellen. Darüberhinaus ermöglicht die erfindungsgemäße Anordnung unter Verwendung üblicher schaltungstechnischer Maßnahmen eine einfache Kontrolle der Kugelbildung. Dazu ist lediglich eine Auskopplung der Wechselspannung auf der Primärseite des Impulstransformators und eine entsprechende Überwachung des Spannungspegels, beispielsweise mit einem Schwellwertschalter, erforderlich.

#### Ausführungsbeispiel

Die Erfindung soll nachstehend an Hand eines Ausführungsbeispiels näher erläutert werden.

In der zugehörigen Zeichnung ist eine Anordnung zum Anschmelzen von Kugeln an Anschlußdrähten dargestellt. Die Schaltungsanordnung enthält einen Impulstransformator 1 mit einer Primärwicklung 2; 3 und einer Sekundärwicklung 4; 5 mit einer Anzapfung 6. Im Primärstromkreis des Transformators 1 sind ein Kondensator 7, eine Diode 8 und ein Thyristor 9 derart in Reihe geschaltet, daß dessen Katode 10 mit einem Anschluß 3 der Primärwicklung 2; 3 verbunden ist und der andere Anschluß 2 mit dem Kondensator 7.

Die Ansteuerung des Thyristors 9 über dessen Steuerelektrode 11 und die Katode 10 erfolgt mit einem Impulsgeber 12.

Die Verbindung des Kondensators 9 mit der Batteriespannung



$U_B$  geschieht über die Kollektor-Emitterstrecke eines Transistors 13, wobei der Emitter des Transistors 13 mit der Anode der Diode 8 und der Kollektor mit der Betriebsspannung  $U_B$  verbunden ist. Der Aufladevorgang des Kondensators 7 wird durch die Bereitstellung entsprechender Spannungspotentiale an der Basis des Transistors 13 gesteuert, indem die Basis sowohl über einen Widerstand 14 mit der Betriebsspannung  $U_B$  als auch mit der Anode des Thyristors 9 direkt verbunden ist.

Am Anschluß 4 der Sekundärwicklung 4; 5 des Impulstransformators 1 ist eine Diode 15 angekoppelt, der sich eine Reihenschaltung aus einem hochohmigen Widerstand 16, einem einstellbaren Widerstand 17 und einer Funkenstrecke 23 anschließt. Die Funkenstrecke 23 wird aus dem durch eine Kapillare 22 geführten Anschlußdraht 19 und einer am Anschluß 5 des Impulstransformators 1 angeschlossenen Gegenelektrode 20 gebildet.

Die Anzapfung 6 ist über eine gleichsinnig zur Diode 15 geschaltete Diode 21 mit dem einstellbaren Widerstand 17 verbunden.

Die Aufladung des Kondensators 7 auf die Betriebsspannung  $U_B$  erfolgt in der Pause zwischen zwei Impulsen über den Transistor 13.

Wird der Thyristor 9 durch eine durch den Impulsgeber 12 bereitgestellte Impulsfolge gezündet, so wird der Kondensator 7 über die Primärwicklung 2; 3 entladen. Dabei wird die Basis des Transistors 13 über den leitenden Thyristor 9 auf Massepotential gezogen und der Transistor 13 sperrt, wodurch die Aufladung des Kondensators 7 unterbrochen wird.

Die bei der Entladung des Kondensators 7 in der Sekundärwicklung 4; 5 induzierte Spannung ist entsprechend des Übersetzungsverhältnisses des Impulstransformators 1 größer als die Primärspannung. Nach der Entladung sinkt das Spannungspotential an der Anode des Thyristors 9 unter das Potential der nötigen Haltespannung an der

Steuerelektrode 11 des Thyristors 9, wodurch dieser wieder sperrt. Dadurch steigt die Spannung an der Basis des Transistors 13 über den Widerstand 14 wieder an und der dadurch leitend werdende Transistor 13 lädt den Kondensator 7 wieder auf.

Die Diode 8 dient als Entkopplungsdiode und hat darüberhinaus die Aufgabe, eine notwendige Potentialdifferenz zwischen der Basis und dem Emitter des Transistors 13 zu schaffen. Durch den geringen dynamischen Widerstand der Diode 8 ergeben sich geringe Umschaltverluste und Zeitkonstanten.

Die in der Sekundärwicklung 4; 5 induzierte Spannung wird mittels der Anzapfung 6 auf zwei Stromkreise aufgeteilt. Der Stromkreis an der Teilwicklung 5; 6 hat ein niedrigeres Potential als der Stromkreis an der Wicklung 4; 5. Das höhere Potential wird durch die Diode 15 gleichgerichtet und über den hochohmigen Widerstand 16 einem Verknüpfungspunkt 18 zugeführt. Dem Verknüpfungspunkt 18 wird auch das niedrigere Spannungspotential zugeführt, das über die Anzapfung 6 ausgekoppelt und mit der Diode 21 gleichgerichtet wird.

Durch diese Anordnung wird erreicht, daß an der Funkenstrecke 23 lediglich im Einschaltmoment des Thyristors 9 eine hohe Spannung anliegt, die danach auf den Wert reduziert wird, wie er durch die Spannung in der Teilwicklung 5; 6 vorgegeben wird.

Zur Feinregelung der Kugelgröße dient der einstellbare Widerstand 17 und mit der durch den Impulsgeber 12 bereitgestellten Frequenz kann die Grobregelung der Kugelgröße vorgenommen werden.

Erfindungsanspruch

Anordnung zum elektrischen Anschmelzen von Kugeln an Anschlußdrähten mit einem Impulstransformator, dem eine aus einem Anschlußdraht und einer Gegenelektrode bestehende Funkenstrecke und eine, wenigstens eine Diode und einen mit einer Codeschaltung verbundenen Kondensator enthaltende Impulsformerschaltung zugeordnet ist, gekennzeichnet dadurch, daß die Primärwicklung 2; 3 des Impulstransformators 1 mit einer Reihenschaltung aus dem Kondensator 7, der Diode 8 und einem mit einem Impulsgeber 12 verbundenen Thyristor 9 verbunden ist und an der Anode der Diode 8 eine Kollektor-Emitterstrecke eines Transistors 13 angeschlossen ist, der eine Verbindung zur Batteriespannung  $U_B$  herstellt und dessen Basis mit der Katode der Diode 8 verbunden ist, daß an einem Anschluß 4 der Sekundärwicklung 4; 5 eine Diode 15 angekoppelt ist, die mit einer Reihenschaltung aus einem hochohmigen Widerstand 16, einem einstellbaren Widerstand 17 und der Funkenstrecke 23 verbunden ist, und daß eine Anzapfung 6 der Sekundärwicklung 4; 5 über eine gleichsinnig zur Diode 15 geschaltete Diode 21 mit dem einstellbaren Widerstand 17 gekoppelt ist.

---

Hierzu 1 Seite Zeichnungen

---

